

[Текст]. / под ред. академика РАМН А.А. Воробьева. – М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 690 с. 4. Крупнова Л.К. Профилактика и восстановительное лечение больных с хронической патологией методами биофизической и натуропатической медицины [Текст]. / Л.К. Крупнова, Е.В. Фазлеева. – Казань: Изд-во. Печатный двор, 2006. 5. Майер К.-П. Гепатит и последствия гепатита [Текст] : пер. с нем. – 2 -е изд., перераб. и доп. – М: Издательский дом ГЭОТАР-МЕД. 2004. – 717с. 6. Патологическая физиология. [Текст]. / Под ред. проф.Н.Н. Зайко и проф. Ю.В.Быця – М.: МЕДпресс-информ, 2006. 7. Филунова Е.Г., АТМ Express: Биорезонансная диагностика и терапия (ПБРТ) [Текст]. Методические рекомендации. / Е.Г. Филунова, Е.И. Сиряковская, И.В. Демьянцева; Под ред. Е.А. Тараненко, В.В. Кузьмука – К.: Алтимед, 2006. – 25 с. 8. Тараненко Е.А. Активная биорезонансная терапия в борьбе с паразитами. (краткая аннотация и опыт применения прибора для активной (экзогенной) биорезонансной терапии АТМ™ – Lanta-Z) [Текст]. // Тезисы и доклады Международной конференции «Интегративная медицина» – К.: Алтимед, 2005. – с.78-79. 9. Филунова Е.Г., Lanta-Zm [Текст]. Методические рекомендации. / Е.Г. Филунова., Под ред. Е.А.Тараненко. – К.: Алтимед, 2009. – 152с. 10. А.с. № 64234. Lanta-Z. Свідоцтво на знак для товарів та послуг [Текст]. / Тараненко О.А, від 17.07.2006. 11. Спосіб лікування патологічних станів, викликаних патогенними організмами, та пристрій для його здійснення [Текст] : пат. на винахід № 84917 / Тараненко О.А., зареєстровано 10.12.2008. 12. Пристрій «Lanta-Z» для лікування патологічних станів, викликаних патогенними організмами [Текст] : пат. на корисну модель № 25718 / Тараненко О.А., зареєстровано 27.07.2007. 13. Тараненко Е.А. Активная биорезонансная терапия аппаратом Lanta-Z в лечении вирусных заболеваний. Преимущества и недостатки [Текст]. // Тезисы и доклады Международной конференции «Интегративная медицина» – К.: Алтимед, 2007. – с.16-19. 14. Kuzmuk V.V. Beitrag zum Entwurf von Ablaufsteuerungen. TH Karl-Marx-Stadt, Dissrtationschrift, Dr.-Ing., 1980. – 103S. 15. Кузьмук В.В. Методика алгоритмического описания и моделирования параллельных процессов управления [Текст]. / В.В. Кузьмук. – К.: Наукова думка, 1981. – 56 с. 16. Кузьмук В.В. Сети Петри, параллельные алгоритмы и модели мультипроцессорных систем [Текст]. / В.В. Кузьмук, В.В. Васильев. – К: Наукова думка, 1990 – 216 с. 17. Кузьмук В.В. Модифицированные сети Петри и устройства моделирования параллельных процессов [Текст]. Монография. / В.В. Кузьмук, О.А. Супруненко. – К.: Маклаут, 2010. – 252с.

*Поступила в редколлегию 11.03.2011*

## УДК 681.5

**П. М. ЛИСИЦЯ**, асист., Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

### **КОМПЕНСАЦІЯ ЗАПІЗНЮВАННЯ ПРИ КЕРУВАННІ ПРОЦЕСОМ ФОРМУВАННЯ ТРУБОК ІЗ КВАРЦОВОГО БЛОКА**

Для компенсації запізнювання, що виникає у процесі виготовлення трубки із кварцового блока, запропоновано зменшити похибку прогнозу значень діаметра шляхом коригування цих значень додатково прогнозованою та згладженою похибкою.

Ключові слова: кварцовий блок, трубка, експоненціальне згладжування, компенсація запізнювання.

Для компенсации запаздывания, что возникает в процессе изготовления трубки из кварцевого блока, предложено уменьшить погрешность прогноза значений диаметра путем коррекции этих значений дополнительно прогнозируемой и сглаженной погрешностью.

Ключевые слова: кварцевый блок, трубка, экспоненциальное сглаживание, компенсация запаздывания.

In the tube making process of quartz block, the delay arises. For its compensation it is offered to decrease the forecast error of diameter values by correction these values by the additionally forecast and smoothed error.

The keywords: quartz block, tube, exponential smoothing, delay compensation.

**Постановка проблеми.** При технологічному процесі формування трубок із кварцового блока у каналі вимірювання присутнє запізнювання, яке для відстані 6 см, необхідної для нормальних температурних умов функціонування обладнання, складає від 4 до 2 с. При фіксованих швидкостях витягування трубки 0,9 м/хв. та 1,8 м/хв. запізнювання становить 4 с та 2 с відповідно. При наявності такого запізнювання, без його компенсації у контурі керування, система не забезпечує стійкого режиму роботи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При витягуванні трубки неконтрольовані збурення хімічного та фізичного характеру викликають зміну її діаметра. Ці зміни характеризуються повільністю і гладкістю їх часової залежності. За таких умов стає можливим компенсувати запізнювання, яке присутнє при вимірюванні діаметра трубки. Серед багатьох методів прогнозування [1, 2] можна виділити метод прогнозу на основі експоненціального згладжування, який характеризується кращими показниками [2] згладжування ніж метод ковзного середнього. За таким методом функція прогнозу при апроксимації поліномом 2-го степеня має вигляд:

$$f(a, T, t) = a_0(t) + a_1(t) \cdot T + a_2(t) \cdot T^2, \quad (1)$$

де  $T$  – час прогнозу.

Коефіцієнти  $a_0(t)$ ,  $a_1(t)$  та  $a_2(t)$  замінюються відповідними оцінками цих коефіцієнтів і визначаються за формулами:

$$\hat{a}_0(t) = 3 \cdot (S_1(t) - S_2(t)) + S_3(t), \quad (2)$$

$$\hat{a}_1(t) = \frac{\alpha}{2 \cdot \beta^2} \cdot [(6 - 5 \cdot \alpha) \cdot S_1(t) - 2 \cdot (5 - 4 \cdot \alpha) \cdot S_2(t) + (4 - 3 \cdot \alpha) \cdot S_3(t)], \quad (3)$$

$$\hat{a}_2(t) = \frac{\alpha^2}{\beta^2} \cdot [S_1(t) - 2 \cdot S_2(t) + S_3(t)]. \quad (4)$$

Значення функцій згладжування  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  обчислюються за рекурентними формулами з початковими умовами  $S_1(0) = S_2(0) = S_3(0) = y(0)$ .

Рекурентні співвідношення для кожного моменту дискретного часу  $t$  мають вигляд:

$$S_1(t) = \alpha \cdot y(t) + (1 - \alpha) \cdot S_1(t - 1), \quad (5)$$

$$S_2(t) = \alpha \cdot S_1(t) + (1 - \alpha) \cdot S_2(t - 1), \quad (6)$$

$$S_3(t) = \alpha \cdot S_2(t) + (1 - \alpha) \cdot S_3(t - 1). \quad (7)$$

Побудований за таким принципом сигнал прогнозу все одно має суттєве запізнювання по відношенню до прогнозованого часу  $T$ .

**Мета статті:** створення та дослідження високоефективного прогнозуючого пристрою.

**Викладення основного матеріалу та результати досліджень.**

Для синтезу прогнозуючого пристрою з якісними показниками запропоновано компенсувати запізнювання за допомогою прогнозу похибки  $e'(t)$

з подальшим її згладжуванням. При цьому алгоритм компенсації можна реалізувати наступним чином. Позначивши прогнозоване та згладжене значення сигналу через  $f(t)$ , а згладжену похибку, що виникає у результаті обчислення та згладжування прогнозу величини  $y(t)$ , через  $\delta_y(t)$ , яка значно менша від значення  $y(t)$ , та подавши похибку у вигляді зображення в площині  $z$  із часом дискретизації  $1c$ , отримаємо

$$f_T(z) = y'(z) = (y(z) + \delta_y(z)) \cdot z^k, \quad (8)$$

$$e(z) = y(z) - f_T(z) \cdot z^{-k} = y(z) - (y(z) + \delta_y(z)) \cdot z^k \cdot z^{-k} = -\delta_y(z). \quad (9)$$

Прогнозоване та згладжене значення похибки  $e'(z)$  можна подати через початкове згладжене значення похибки  $e(z)$  і її похибку  $\delta_e(z)$  при

$|Z^{-1}\{\delta_e(z)\}| \ll |Z^{-1}\{e(z)\}|$  формулою

$$e'(z) = (e(z) + \delta_e(z)) \cdot z^k. \quad (10)$$

Таким чином, кориговане значення прогнозованого сигналу  $F_e(z)$  можна подати наступним виразом

$$F_T(z) = f_T(z) + e'(z) = (y(z) + \delta_y(z)) \cdot z^k + (e(z) + \delta_e(z)) \cdot z^k = y(z) \cdot z^k + \delta_e(z) \cdot z^k, \quad (11)$$

де  $|Z^{-1}\{\delta_e(z)\}| \ll |Z^{-1}\{\delta_y(z)\}|$ . (12)

Для дослідження прогнозатора запропоновано схему (рис. 1, а). Тестовий сигнал синусоїдальної дії з додаванням шумового сигналу  $S_h = 20 \cdot S_{h1}$  (рис. 2) з подвійним значенням середньоквадратичного відхилення  $\pm 40$ мкм, яке відповідає випадковій похибці вимірювального пристрою з заданою ймовірністю 0,95, має вигляд

$$y(t) = 1000 \cdot \sin(0,04 \cdot t) + 20 \cdot S_{h1}. \quad (13)$$

Записаний алгоритм реалізовано в MATLAB за допомогою схеми, поданої на рис. 1, б.

У вказаній структурній схемі за допомогою власно створених функцій MDLprog і MDLsgl реалізовано відповідно прогнозування і подальше згладжування вхідного сигналу  $y(t)$  і, таким чином, отримано сигнал  $f(t)$ . Похибка сигналу прогнозується і згладжується відповідно процедурами MDLproge і MDLsgle, після чого  $e'$  додається до сигналу  $f$  і поступає на вихід прогнозуючого пристрою у вигляді сигналу  $Fe$ .

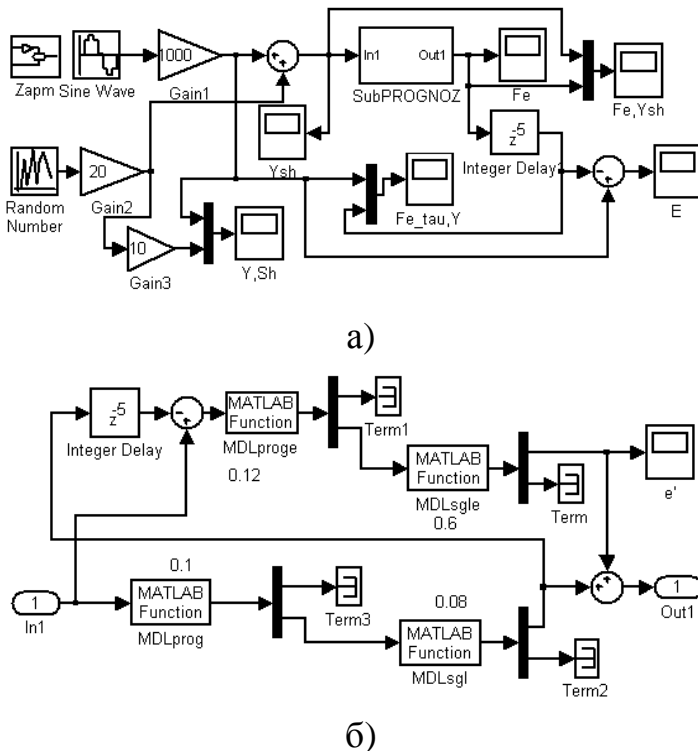


Рис. 1 – а) схема дослідження; б) прогнозуючий пристрій SubPROGNOZ

Результати досліджень пристрою при дії приведеного вище тестового сигналу подано на рис. 3 та на рис. 4.

На рис. 3 на одному графіку приведено вихідний сигнал прогнозуючого пристрою  $Fe$ , вхідний тестовий сигнал  $y_{sh}$  та прогнозоване згладжене значення похибки  $e'$ , що вказує на її значну величину. Для порівняння вихідного сигналу прогнозатора  $Fe$  з вхідним незашумленим сигналом  $y$  їх приведено на одному графіку (рис. 4.), де коригований сигнал зміщений в сторону затримки на час  $T=5$  с. Приведено також результуючу похибку між зсунутим вихідним сигналом прогнозуючого пристрою і синусоїдальним незашумленим сигналом, де помітно, що похибка не перевищує  $\pm 55$  мкм в усталеному режимі прогнозу.

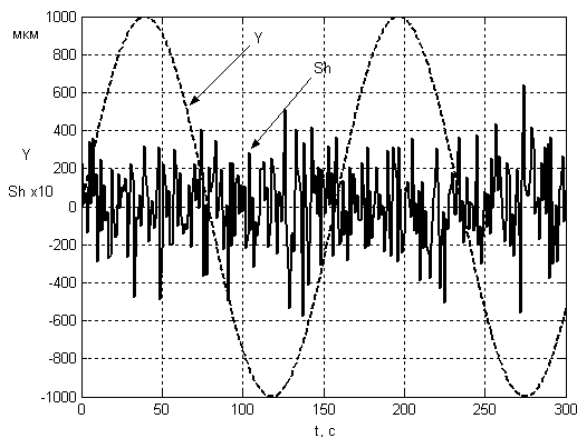


Рис. 2 – Вхідний тестовий сигнал  $Y$ , шумовий сигнал  $Sh$  з середньоквадратичним відхиленням 20 мкм

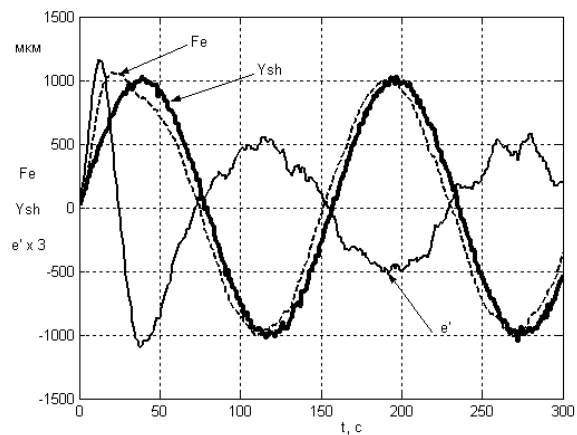


Рис. 3 – Вхідний зашумлений сигнал  $Y_{sh}$ , вихідний сигнал прогнозуючого пристрою  $Fe$  та прогнозована згладжена похибка  $e'$

Слід зауважити, що введення негладкості в сигнал призводить до локального перехідного процесу в прогнозованому сигналі, збільшуючого похибку прогнозування на етапі перехідного процесу.

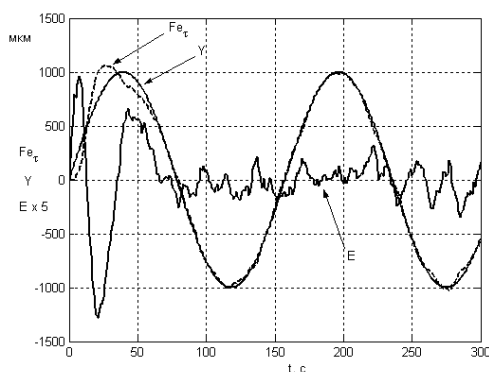


Рис. 4 – Вхідний сигнал  $Y$ , вихідний коригований за похибкою сигнал прогнозуючого пристрою  $Fe$ , зсунутий вправо на величину запізнювання  $\tau = T$ , та результуюча похибка  $E$

Приведена похибка повністю

Тому введення повторного коригування прогнозованою похибкою сигналу, незважаючи на суттєве додаткове зменшення результуючої похибки в усталеному режимі, є недоцільним через зростання сплесків сигналу при появі швидкоплинних збурюючих факторів.

Таким чином встановлено, що при початковому випадковому подвійному середньоквадратичному відхиленні сигналу  $\pm 40$  мкм після прогнозу на час 5с результуюче подвійне середньоквадратичне відхилення не перевищує  $\pm 55$  мкм.

задовольняє вимогам до вказаного

## Висновки

Для компенсації запізнювання, що виникає при вимірюванні діаметра сформованої трубки в результаті витягування її з кварцового блока, беручи за основу метод експоненціального згладжування, запропоновано зменшити похибку прогнозу вимірюваних значень діаметра шляхом коригування цих значень додатково прогнозованою та згладженою похибкою. Комп'ютерним моделюванням встановлено, що при початковому випадковому подвійному середньоквадратичному відхиленні сигналу  $\pm 40$  мкм після прогнозу на час 5 с результуюче подвійне середньоквадратичне відхилення не перевищує  $\pm 55$  мкм. Отримане значення похибки повністю задовольняє вимогам до вказаного технологічного процесу.

**Список літератури:** 1. Бідюк, П.І. Часові ряди: моделювання та прогнозування / П.І. Бідюк, О.І. Савенков, І.В. Баклан. – Київ: ЕКМО, 2004. – 144 с. 2. Зеленський, К.Х. Комп'ютерні методи прикладної математики / К.Х. Зеленський, В.М. Ігнатенко, О.П. Коц. – К: Академперіодика, 2002. – 480 с.

*Поступила в редколлегию 11.03.2011*

**УДК 514.12 : 621.396.93**

**И.В. СТРЕЛКОВСКАЯ**, докт. техн. наук, декан факультету «Інформаційні мережі», Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

**Э.А. СУКАЧЕВ**, докт. техн. наук, проф., Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

**А.О. МАКОГАНЮК**, асп., Одеська національна академія зв'язку ім. О. С. Попова

## НЕКОТОРЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В СОТОВЫХ СЕТЯХ РАДИОСВЯЗИ

Получен ряд выражений, позволяющих описывать в пространстве изменение передвижения мобильной станции относительно базовой станции в пределах соты. Приведенные соотношения позволяют оценить энергетический потенциал системы мобильной связи и установить зависимость отношения сигнал/шум от местонахождения мобильной станции.

Ключевые слова: нормированная декартова система координат, мобильная станция, сота.

Отримано ряд виразів, що дозволяють описувати в просторі зміни пересування мобільної станції відносно базової станції в межах соти. Наведені співвідношення дозволяють оцінити енергетичний потенціал системи мобільного зв'язку і встановити залежність ставлення сигнал/шум від місцезнаходження мобільної станції.

Ключові слова: нормована декартова система координат, мобільна станція, стільник.

A number of expressions allowing to describe in space the change of mobile station transportation towards base station within cell is received. Given mathematics allow to consider power potential of mobile communication system and to set dependence of signal to interference ration on mobile station location.

Key words: standardized Cartesian coordinates system, mobile station, cell.

Известно, что для повышения эффективности использования частотного ресурса в сотовых сетях вся территория обслуживания разделяется на